

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 07153666 A

(43) Date of publication of application: 16.06.95

(51) Int. Cl.

H01L 21/027

G03F 7/26

G03F 7/26

H01L 21/3065

(21) Application number: 05300253

(71) Applicant: NEC CORP

(22) Date of filing: 30.11.93

(72) Inventor: SAMOTO NORIHIKO

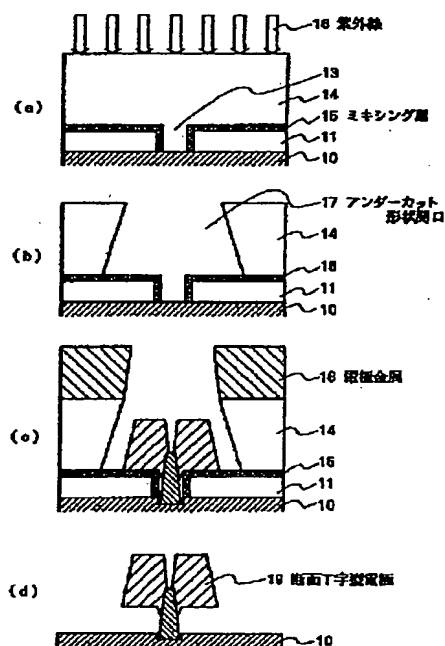
(54) METHOD OF PATTERN FORMATION

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide the formation method of a pattern whose cross section is T-shaped and which can be formed by lifting off a low-resistance electrode whose cross section is T-shaped.

CONSTITUTION: A lower-layer resist opening 13 is formed in a lower-layer resist 11 which is formed so as to be applied on a substrate 10, an upper-layer resist 14 is formed so as to be applied on it, a mixing layer 15 with the lower-layer resist is formed at least in an ammonia (NH₃) atmosphere, within a temperature range of 20 to 110°C and for 60 minutes or lower, the upper-layer resist 13 is exposed to ultraviolet ray 16, and a pattern whose cross section is T-shaped is formed.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-153666

(43) 公開日 平成7年(1995)6月16日

| (51) Int.Cl.* | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|----------------------------------|-------|---------|----------------|---------|
| H 0 1 L 21/027 | | | | |
| G 0 3 F 7/26 | 5 1 1 | 7124-2H | | |
| | 5 1 3 | 7124-2H | | |
| | | 7352-4M | H 0 1 L 21/ 30 | 5 0 2 C |
| | | 7352-4M | | 5 7 3 |
| 審査請求 有 請求項の数3 O L (全 6 頁) 最終頁に続く | | | | |

(21) 出願番号 特願平5-300253

(22) 出願日 平成5年(1993)11月30日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 佐本 典彦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

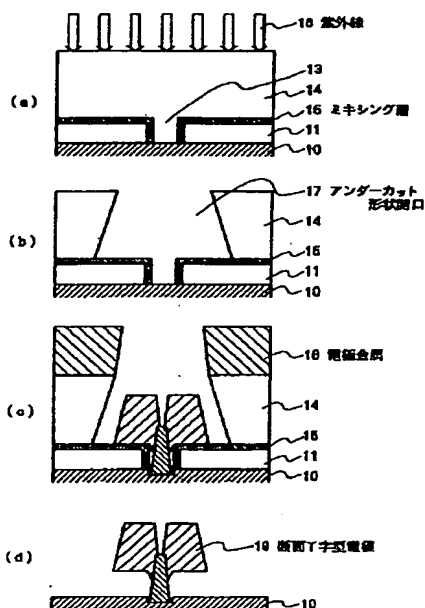
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 パターン形成方法

(57) 【要約】

【目的】 低抵抗の断面T字型の電極リフトオフにより形成可能な断面T字型パターン形成方法を提供する。

【構成】 基板10上に塗布形成された下層レジスト11に下層レジスト開口13を形成し、その上に上層レジスト14を塗布形成し、少なくともアンモニア (NH₃) 雰囲気中にて、20℃から110℃の温度範囲で60分間以下の温度範囲で下層レジストとのミキシング層15を形成し、上層レジスト13を紫外線16により露光し、断面T字型のパターンを形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 二層レジスト構造において、露光現像により断面T字型パターンを形成する方法において、半導体基板上に塗布形成された下層レジストを露光し、現像することにより所望の開口パターンを形成する工程と、該開口パターンを覆うように紫外線に感度を有する上層レジストを塗布形成し、該上層レジスト上に所望パターンを紫外線にて露光し、現像する工程とを備えたことを特徴とするパターン形成方法。

【請求項2】 前記上層レジストは、20℃から110℃の温度範囲で、60分間以下の熱処理により、下層レジストとミキシング層を形成することを特徴とする請求項1記載のパターン形成方法。

【請求項3】 前記下層レジストは、前記上層レジストが感度を有する紫外線に感度を有さないことを特徴とする請求項1記載のパターン形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、パターンの形成方法に関し、電界効果トランジスタのゲート電極として利用される電気抵抗の低減化が図られた断面T型電極をリフトオフによって形成可能とするパターン形成法に関する。

【0002】

【従来の技術】二層レジスト構造において、上層レジストをフォトリソ、下層レジストをEBレジストとして、断面T字型パターンを形成する方法として、特開平4-368135号公報「T型パターン形成方法」記載のものが知られている。前記公報記載のT型パターン形成方法の工程図を図4、図5に示す。

【0003】図4(a)に示すように、半導体基板21上にEBレジスト22を塗布形成し、次いで、EBレジスト22を覆うようにフォトリソ23を塗布形成する。次いで、図4(b)に示すように、紫外線24により所望パターンをフォトリソ23に露光し、次いで、図4(c)に示すように、画像反転法により紫外線24未露光部のフォトリソ23を除去して、オーバーハング形成のレジストプロファイルを形成して、EBレジスト22を露呈させる。

【0004】次いで、図5(a)に示すように、露呈したEBレジスト22に電子線25を所望位置に照射し、EBレジスト反応層22aを形成した後、次いで図5(b)に示す様に、現像により、EBレジスト反応層22aを除去し、T型パターンを形成する。次いで、図5(c)に示すように、T型パターンの開口を通して、露呈した半導体基板20を所望深さエッチングすることにより、リセス溝26を形成し、次いで、ゲート金属27を蒸着し、図5(d)に示すように、リフトオフによりレジスト22、23およびレジスト23上の不要のゲート金属27を除去することにより、断面T字型の金属パターンを形成している。

【0005】また異なるレジストのミキシング層を用いた微細パターン形成方法が特開平5-166717号公報に記載されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】この二層レジストによりT型パターンの形成では、上層レジスト開口後、下層レジストの開口を形成する方法であるため、上層レジストと下層レジストのミキシング層が発生した場合、下層レジスト用現像液による開口形成が不可能となる。また、下層レジストの開口幅は、電子線露光装置の性能により限界づけられ、それ以下の開口幅を形成することが不可能である。また、上層レジスト開口後、下層レジストの露光現像を行っているため、下層レジストの現像には、上層レジストを溶解してしまう現像液は使用できない。

【0007】本発明の目的は、このような従来の欠点を除去せしめ、抵抗の低減された微細な断面T字型の電極をリフトオフにより形成可能とする断面T字型パターン形成方法を提供することにある。

【0008】

【課題が解決しようとする手段】本発明では、下層レジストに開口を形成した後に、上層レジストを塗布することを特徴としているが、加熱処理により下層レジストとミキシング層を形成する上層レジストを塗布形成する。加熱処理温度の限定を行った理由は、加熱処理による下層レジスト開口のパターンくずれを避けるためである。また、ミキシング層形成の限定条件は、加熱処理により、初期下層レジスト開口幅を、ミキシング層厚の2倍だけ縮小させ、電子線露光装置の性能に限界づけられる開口幅より小さい開口幅を形成することを目的としたものである。

【0009】また、上層レジストが感度を有する紫外線に対して、下層レジストが感度有さないことを特徴としているが、これは、上層レジストの露光時に、下層レジストへかぶりが発生し、上層レジスト現像時に下層レジストが現像され、下層レジスト開口幅が拡大することを避けることを目的としたものである。

【0010】さらに、上層レジストを塗布形成する前に下層レジストを露光現像しているため、下層レジストに用いる現像液が上層レジストを溶解しないものという限定条件が付与されない。

【0011】

【作用】上層と下層のレジスト間のミキシング層の発生の機構について、はっきり説明されているとはいえないが、つぎのように考えることができる。レジスト塗布形成後の加熱処理により、各レジストの分子が拡散し、ミキシング層の厚さが形成される。また、この加熱処理により、分子同士が結合あるいは分解により、異分子に変化し、各レジストの現像液では、除去困難になると考えられる。このため、ミキシング層の厚さは、加熱温度と

(3)

特開平7-153666

3

時間に依存する。本発明では、20℃から110℃の温度範囲で60分間の加熱処理により、15nmから25nmのミキシング層を形成することが可能となり、また、上層レジスト露光時のかぶりがないため、0.1μmの初期開口から、70nmの電極長のものを形成することが可能となっている。

【0012】本発明は加熱処理により、アンダーカット形状を形成するとともに、ミキシング層を形成して微細な断面T字型パターンを形成することを特徴とする。

【0013】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

【0014】図1(a)に示すように、半導体基板10(例えば、ガリウムヒ素、GaAs)上に下層レジスト11として、ポジ型アクリル系レジスト(例えばポリメタクリル酸メチル Polymethylmethacrylate (PMMA))を0.16μmの厚さで塗布形成した後、電子線12により所望部分を露光して、次いで、図1(b)に示すように、現像することにより所望幅の下層レジスト開口13を形成した。

【0015】次いで、図1(c)に示すように、該下層レジスト開口13を覆うように、紫外線に感度を有する上層レジスト14としてポジ型レジスト(例えば、住友化学工業社製PFI-15A)を1.0μm塗布した後、所望部分を紫外線116(例えば波長365nmのi線)にて露光した後、少なくともアンモニア(NH₃)雰囲気中で20℃から110℃の温度範囲で60分間の加熱処理工程によって、紫外線116により露光された上層レジスト部分を該上層レジスト14対応の有機アルカリ現像液に不溶とし、さらに、図1(d)に示すように、該下層レジスト11と該上層レジスト14を相互に拡散させてミキシング層15を形成した。次いで、図2(a)に示すように、上層レジスト14上面から紫外線16の全面照射を行い、次いで、図2(b)に示すように、有機アルカリ現像液により紫外線16により露光された該上層レジスト14を現像除去することにより、前記下層レジスト開口13上に該開口寸法より大きい前記上層レジスト14のリフトオフに適したアンダーカット形状開口17を形成する。

【0016】その後、図2(c)に示すように、下層レ 40

4

ジスト開口13を通して、半導体基板10を所望の深さだけエッチングした後、電極金属18を(例えば、チタニウム(Ti)/白金(Pt)/金(Au))の順で蒸着し、次いで、図2(b)に示すように、有機溶剤中に浸漬し、下層レジスト11と上層レジスト14および上層レジスト14上の不溶な電極金属18を除去することにより、断面T字型電極19を形成する。

【0017】以上の実施例において、下層レジストの露光光源として電子線を用いたが、イオン、エクス線あるいは遠紫外線でもよい。また、下層レジストとしてPMMMAを用いたが、これに限定されるものではなく、紫外線に感度を持たないレジストであればよい。また、上層レジストとしてPFI-15Aを用いたが、これに限定されるものではなく、紫外線に感度を持ち少なくとも20℃から110℃の温度範囲での加熱処理により、下層レジストとミキシング層を形成するレジストであればよい。

【0018】以上説明したように、上層レジストは、下層レジストが感度を有しない紫外線で露光されるため、下層レジストは、かぶりの影響を受けない。また、上層レジストの現像に使用する有機アルカリ液に、下層レジストは不溶であるため、上層レジストの開口幅と下層レジストの開口幅および相互の位置関係を独立に制御することが可能である。また、上層レジスト開口幅がアンダーカット形成を有し、なおかつ、下層レジスト開口幅より大なるように形成されるため、断面T字型の低抵抗電極がリフトオフにより形成可能である。

【0019】また、上層レジストは、加熱処理を含む工程を経ることにより、下層レジストとの相互拡散による混合層を形成する。この混合層は、上層レジストに適応する現像液に対して不溶であるため、最初に電子線により形成された下層レジストの開口幅を狭める効果がある。20℃から110℃の温度範囲で、60分間の加熱工程を含む処理を行うことにより、初期PMMAレジスト開口幅 L_0 (nm)に対する加熱処理後のPMMAレジスト開口 L_1 (nm)と形成された断面T字型電極の下部電極長 L_2 (nm)の一例を、表1に示す。

【0020】

【表1】

表1.各工程におけるPMMA開口寸法と下部電極長

| 初期 PMMA開口幅(nm) | 加熱処理後の PMMA開口幅(nm) | 形成された断面T字型 電極の下部電極長(nm) |
|-------------------|-----------------------|----------------------------|
| 50 | 未開口 | 未形成 |
| 108 | 60 | 72 |
| 167 | 120 | 180 |
| 218 | 180 | 200 |
| 267 | 240 | 260 |

【0021】また、表1の結果に示されたロットと別ロットでの検討結果を図3(a)および(b)に示す。初期PMMAレジスト開口幅 L_{PMMA} (nm)と加熱処理後のPMMAレジスト開口幅 L_{PMMA} (nm)を、図3(a)に示す。また、初期PMMAレジスト開口幅 L_{PMMA} (nm)と形成された断面T字型電極の下部電極長 L_e (nm)の関係を図3(b)に示す。図3

* (a)、(b)に示される結果を最小二乗法によって、計算を行うと、初期PMMAレジスト開口幅が0.1 μ m以上の領域において、図3(a)に示される初期PMMAレジスト開口幅 L_{PMMA} (nm)と加熱処理後のPMMAレジスト開口幅 L_{PMMA} (nm)の関係は、(1)式で表される。

* 【0022】

$$L_{PMMA} = 0.886 L_{PMMA} - 12.02 \quad (1)$$

標準偏差 $\sigma = 16.74$ (nm)。

※ T字型電極の下部電極長 L_e (nm)の関係は、(1)式と同様に最小二乗法により、(2)式で表される。

【0023】

また、同様に初期PMMAレジスト開口幅が0.1 μ m以上の領域において、図3(b)に示される初期PMMAレジスト開口幅 L_{PMMA} (nm)と形成された断面

$$L_e = 0.98 L_{PMMA} - 21.59 \quad (2)$$

標準偏差 $\sigma = 11.32$ (nm)。

30 図である。

以上に示されるように、加熱処理後の開口寸法、および形成された断面T字型電極の電極長は、何れも、初期PMMAレジスト開口寸法よりも30~50 nm程度縮小されることになる。

【図5】従来の微細電極形成方法を説明するための工程図で図4の続きである。

【符号の説明】

- 10 半導体基板
- 11 下層レジスト
- 12 電子線
- 13 下層レジスト開口
- 14 上層レジスト
- 15 ミキシング層
- 40 116、16 紫外線
- 17 アンダーカット形状開口
- 18 電極金属
- 19 断面T字型電極
- 20 半導体基板
- 21 下層レジスト
- 23、23A、23B 電子線
- 24 下層レジスト開口
- 22 上層レジスト
- 25 上層レジスト開口
- 50 26 電極金属

【0024】

【発明の効果】開口幅の小さいレジストパターンを形成でき、微細な断面T字型電極を形成することができる。断面T字型の低抵抗電極をリフトオフにより形成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による微細電極形成方法を説明するための工程図である。

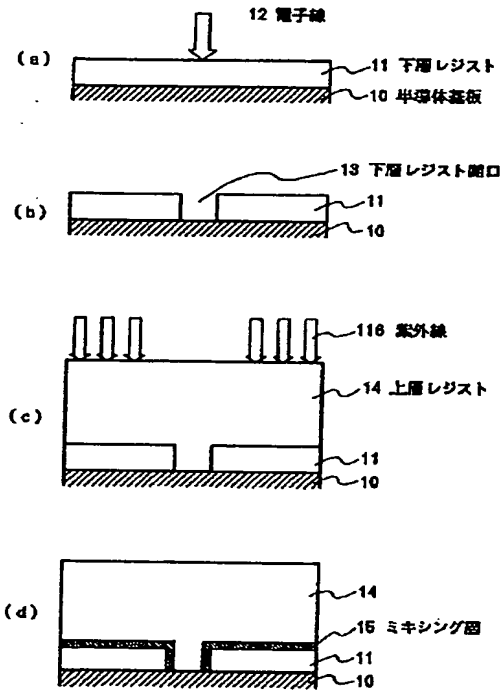
【図2】本発明の一実施例による微細電極形成方法を説明するための工程図で、図1の続きである。

【図3】本発明の効果を説明するための図で、(a)は初期PMMAレジスト開口幅 L_{PMMA} (nm)と加熱処理後のPMMAレジスト開口幅 L_{PMMA} (nm)の関係を示す図で、(b)は L_{PMMA} (nm)と断面T型電極長 L_e (nm)の関係を示す図である。

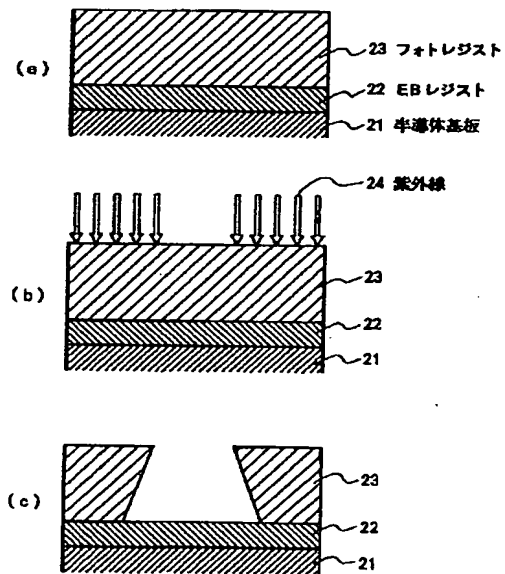
【図4】従来の微細電極形成方法を説明するための工程

2.7 断面T字型電極

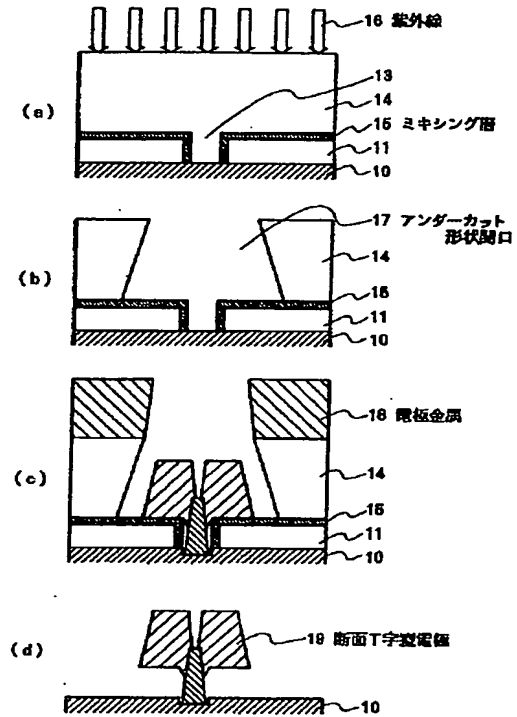
【図1】



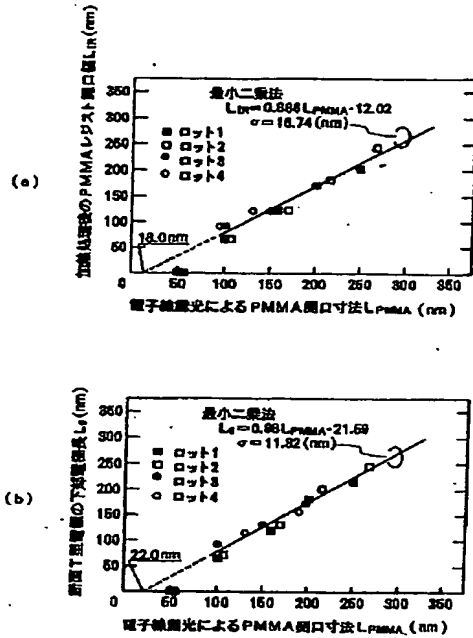
【図4】



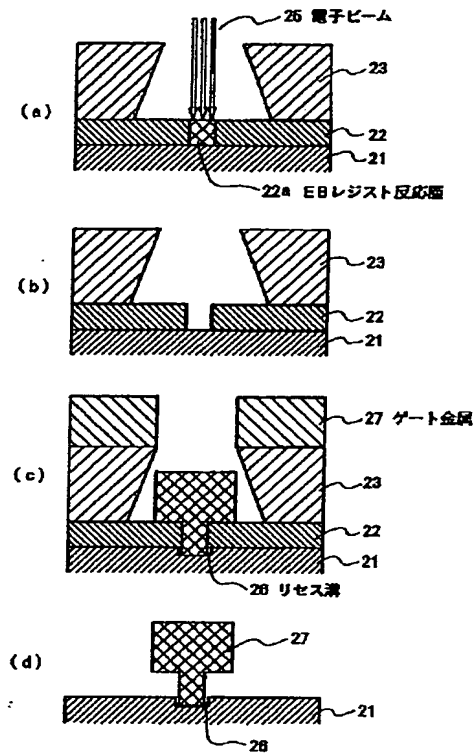
【図2】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
 H01L 21/3065

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H01L 21/302

K